

プラスチックと合成繊維

朴 木 英 治

私たちの生活の中にいつのまにか入りこんでいて、気がついたら、もう生活から切りはなせない存在となったものに、合成繊維やプラスチックがあります。この合成繊維というものとプラスチックというものは何か別のものという感じがしますが、どちらも同じ合成高分子化合物というグループの中の一つです。

今回は合成高分子化合物について、その一般的な形や、性質などについて、紹介します。

＜合成高分子化合物とは＞

まず、高分子の意味から説明しましょう。高分子とは、一つ一つの分子がたいへん大きいという意味です。

例えば、家庭で使われているプロパンの分子とポリバケツや洗面器などに使われているポリプロピレンの分子の大きさを比べてみると、下の図のようになります。

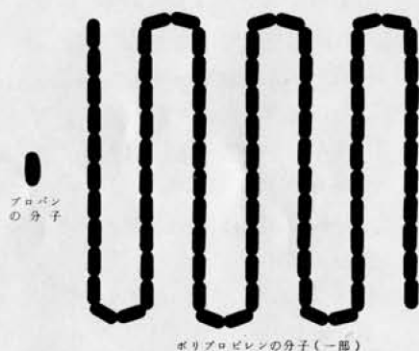


図-1 プロパンとポリプロピレンの分子の大きさの比較

人間の手で作り出された、このように大きな分子を合成高分子化合物と呼びます。

ーポリとはー

合成高分子化合物には、ポリプロピレンとか、ポリエチレン、ポリスチレンなどのように、名前にポリということばがついているものがたくさんあります。ポリとは「多くの」とかたくさん集まった」という意味です。

＜合成高分子化合物の作り方＞

合成繊維やプラスチックのたいへん大きな分子は、原料である石油の中に入っているわけではありません。合成高分子化合物は、図-1で示したプロパンぐらいの大きさの分子を原料として作られます。これは、鎖を例にしてみるとわかりやすいと思います。

一本の長い鎖も、それはたくさんの輪がつながってできたものです。合成高分子化合物も同じように、鎖の輪にあたる小さな分子が、数千から1万個ぐらいも結びついたものです。この一つ一つの輪にあたる小さな分子をモノマーと呼び、できた高分子化合物をポリマーと呼びます。モノマーは互いに結び合うことのできる「手」を持っていると考えると便利です。この「手」をつないで高分子を作るわけです。例えば、ときどきニュースなどで耳にする塩ビモノマーをたくさんつなぐと、ポリ塩化ビニルになります。

モノマーどうしをつないで高分子とするためには、少なくとも2本の「手」が必要です。この2本の「手」を持つモノマーをつなぐと、図-3



図-2 合成高分子化合物の用途

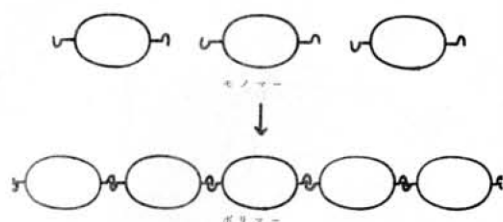


図-3 モノマーとポリマー

に書いてきたような、線状の細長い分子ができあがります。

さて、モノマーをどんどんつないでゆくと、その性質がどのように変わってゆくか、エチレンを例にした表をあげてみました。(表-1) エチレンは、炭素原子2個と水素原子4個からできている気体です。これをたくさんつなぐと、ポリバケツなどにも使われているポリエチレンとなります。

エチレンが1,000個ぐらいつなぐと、溶けだす温度が110℃ぐらいの固体となり、しかも薬品に溶けなくなってきます。これでもプラスチックとして使えそうですが、実際には、平均で、エチレンを1万個ぐらいつないだものが、ポリエチレンとして使われています。

ここで平均という言葉を使ったのは、ポリエチレンの分子がどれも、エチレンが1万個つながってできたものではなく、中にはエチレンが数十個しかつながっていないものや、数十万個もつながったものなどがいろいろ混ざっているためです。このようなことは、ポリエチレンに限らず、合成高分子化合物全体についてあてはまることです。

つなぐ数	外観	溶ける温度	溶剤の溶けやすさ
1	気体		
7	液体		
10	固体 (ロウ状)	38℃	よく溶ける
30	"	100℃	とけにくい
50	"	106℃	たいへん溶けにくい
1,000	"	110℃	とけない

(藤弘芳郎：高分子化合物の見方考え方より)

表-1 エチレンをつなぐ数と性質の変化

<熱に弱いプラスチックと強いプラスチック>

合成高分子化合物のことを簡単にいうとプラス

チックと呼ぶことができます。

私たちが日常使っているプラスチック製品のなかには、熱に弱く溶けてしまうものと、いくらあつくしても溶けないものがあります。

例えば、前にも出てきたポリエチレンやポリプロピレン、そして合成繊維のほとんどは、熱に弱く溶けてしまいます。このため、これらのプラスチック製品や合成繊維では、安全に使用できる最高の温度が表示されています。

これに対して、テーブルの表面や食器などに使われているメラミン樹脂などは、熱をかけても溶けません。この両者の性質のちがいは、プラスチックの分子のちがいに生まれます。

熱に弱いプラスチックや合成繊維の分子は、これまで書いてきたような線状の分子からできています。これらの分子は、簡単に言えば、互いに引き合いながらみ合っているだけなので、温度が高くなってくると、分子どうしの引き合う力が弱まり、からみ合いが解けて、液体となってしまうわけです。

これに対して、熱に強いプラスチックは、分子の形がちがいます。このようなプラスチックのモノマーは、結びつくことのできる「手」が3本以上あるため、できたポリマーの分子は、立体的な網目状の形をしています。物に例えるならば、ジャングルジムをもっと複雑にしたような形をした分子、ということが出来ます。

このような分子が、たがいに入りこんでいるため、温度をあげても、分子がバラバラになることができず、溶けません。

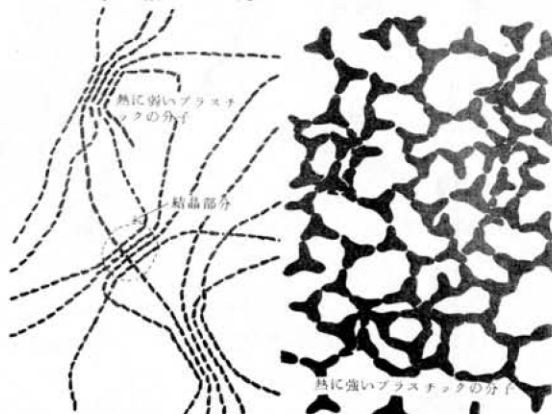


図-4 熱に弱いプラスチックと熱に強いプラスチック

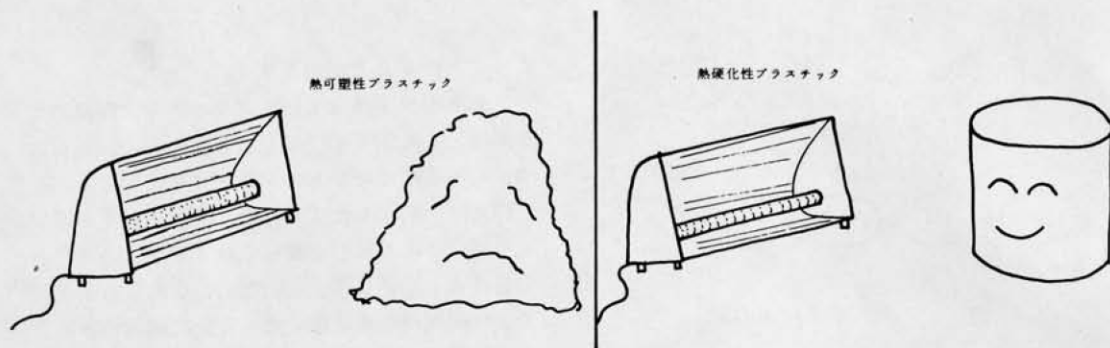


図-5 熱可塑性プラスチックと熱硬化性プラスチック

ところで、やかんとかなべのとってやつまみは熱に強く、溶けないプラスチックでできています。これらのものはどうやって作られるのでしょうか。

実は、このとってやつまみは、原料を型に入れ熱をかけて溶かして作ります。あつくしても溶けないプラスチックを熱で溶かすというのは変な話ですが、このようなプラスチックを作る工場では、モノマーを適当につなぎ、まだ網目状の分子が不完全で、むしろ線状の分子に近い状態で出荷します。このときはまだ熱で溶かすことができるので、製品を作る工場ではこれを型につめ、熱をかけてやります。こうすると、一度は熱で溶けたプラスチックも、しばらくするとしっかりした網目構造ができあがり、もはや溶けなくなるわけです。つまり、溶かすことのできるチャンスはたったの一回きりです。このようなプラスチックを熱硬化性プラスチックと呼びます。

反対に、線状の分子からなるプラスチックは、何度でも熱で溶かすことができるので、熱可塑性プラスチックと呼びます。

次に、合成繊維、プラスチック、合成ゴムについて説明しましょう。

<合成繊維>

私たちが日常よく使っている合成繊維には、ナイロン、ポリエステル、アクリル、ビニロンなどがあります。これらは同じ用途に使われるのではなく、それぞれの繊維の特徴を生かして使われています。

この外に、プラスチックとして有名な塩化ビニ

ルや、ポリプロピレンなども合成繊維として使われています。

ところで、合成繊維のあの細い糸はどうやって作ると思いますか。ナイロンにしても、ポリエステルにしても、ポリマーを作ったときは、糸の形になっているわけではなく、粒状です。繊維を作る工場ではこれを原料にして糸を作ります。この作業を紡糸と呼びます。

合成繊維の紡糸には三つの方法があります。一つはポリマーを高温にしてどろどろに溶かし、ジョウロのはす口のような口金から出して冷やす溶融紡糸法です。もう一つは、ポリマーを蒸発しやすい有機溶剤に溶かし、できた溶液を口金から出し、熱風を吹きつけて溶剤を蒸発させる乾式紡糸法です。これは、接着剤の液を細く引きのばしてそのまま放っておくと糸が残るのと同じくみです。

最後の一つは湿式紡糸法と呼ばれるもので、ポリマーを溶解液に溶かし、前の二つと同じように口金から押し出し、繊維をかためるために凝固浴の中をくぐらせ、糸にするものです。

ナイロンやポリエステルの糸は溶融紡糸法で作

繊維	性質	用途
ナイロン	じょうぶでしなやか	ストッキング くつ下
ポリエステル	はりがあり、しわが付きにくい ブリーツが消えにくい	ワイシャツ 上着
アクリル	かさ高く、きれいに染る	セーター
ビニロン	吸湿性がよい	作業服 スポーツウェア

表-2 合成繊維の性質と用途

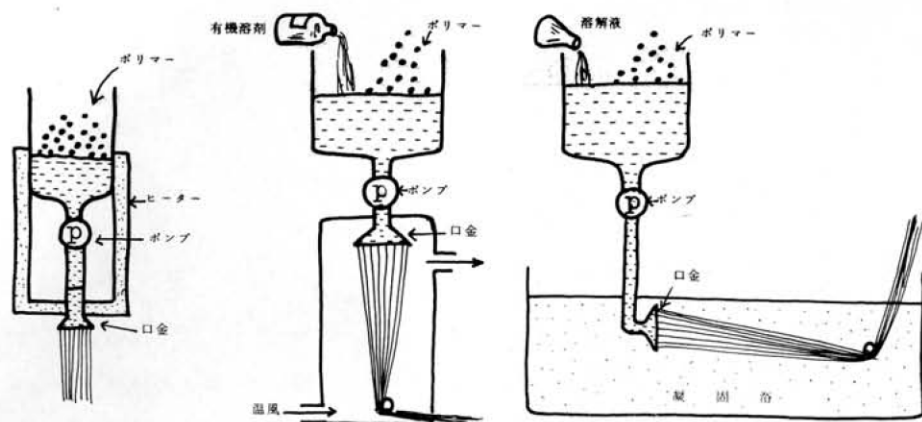


図-6 いろいろな紡糸法

られますが、アクリルは乾式紡糸法又は湿式紡糸法で作られます。また、ビニロンは湿式紡糸法によって作られます。

＜プラスチックとは＞

いまで合成高分子化合物のことを単にプラスチックと書いてきましたが、プラスチックとは何かと聞かれても、たいへんばく然としていて、なかなか明確に答えることができません。

プラスチックという言葉の意味は、粘土のように自由に形を変えることのできるという意味です。このような性質は、粘土以外にもガラスなどとも言えますが、これらは一般にプラスチックとは呼びません。

日本工業規格(JIS)ではプラスチックを次のように定めています。

「塑性を有する高分子物質であり、ただし、合成繊維、合成ゴムは除く」

つまり、糸になったものや、ゴムとして使われるもの以外のものは、たとえその材料がナイロンやポリエステルであってもプラスチックと呼ぶわけです。

それでは、私たちの身近にあるプラスチックのなかから、ポリ塩化ビニル、ポリエチレン・ポリプロピレンを取りあげて、簡単にその性質を説明しましょう。

○ポリ塩化ビニル

ポリ塩化ビニルとあらたまって書くと、ハテ何

だろうと思う人がいるかもしれません。実は、私たちが塩ビとかビニルとか言っているものです。

ポリ塩化ビニルの用途はパイプや雨とい、レコード盤、そして薄いシートなどいろいろあります。

同じポリ塩化ビニルでありながら、パイプは硬く、シートは軟かいというのはおもしろいことですが、ポリ塩化ビニルは、もともと硬いプラスチックなのです。これを軟かくするために、シートなどには、たくさんの可塑剤というものが混ざられています。というよりは、油状の可塑剤の中にポリ塩化ビニルの粉を溶かしてあると言った方がよいかもしれません。

このシートを食品の包装に使うと、食品中に可塑剤が溶け出してくるということで世間をさわがせたのは最近のことです。

○ポリエチレンとポリプロピレン

ポリエチレンとポリプロピレンは、ポリバケツや洗面器などの日用品に多く使われています。

これらのプラスチックの一つの特徴は他のプラスチックに比べてたいへん軽いということです。そして、ポリエチレンやポリプロピレンと同じ体積の水の重さを比べると、これらのプラスチックの方が軽いのです。つまり、これらは水に浮くわけです。他のプラスチックは、ほとんどが水に沈むので、この二つと他のプラスチックを簡単に見わけることができます。

また、ポリエチレンやポリプロピレンのモノマーであるエチレンやプロピレンは、他の化学製品

を作る原料として大量に作られているので、他のプラスチックに比べ安く作ることができます。

＜合成ゴム＞

さきほどからほとんど話には出てきませんでした。合成ゴムも合成高分子化合物の仲間です。といっても、ゴムとプラスチックではかなり性質がちがいますね。ゴムは引っぱってのばすと、もとの長さの何倍もの長さになり、手をはなすとまたもとの長さにもどります。一方プラスチックなどでは、一度のびてしまうと、もとにはもどりません。

この性質のちがいはやはり、分子のちがいがから生まれます。プラスチックや合成繊維の中の分子には、図-4(a)で書いたように、各分子が規則正しく並んだ結晶部分と呼ばれるところがあります。ところが、ゴムにはこの結晶部分がありません。しかも、各々の分子の間は、ところどころで結ばれています。

この部分を「橋かけ部分」と呼んでいます。この橋かけ部分のおかげで、ゴムは引っぱられても分子が一時的にのびるだけで、分子どうしの位置関係がずれてしまうことはありません。そして、引っぱっている手をはなすと、ゴムの分子は、ちままっている方が安定なので、またもとにもどるわけです。

合成ゴムの始まりは天然ゴムの代用品をねらって作られましたが現在では、天然ゴムにはないような性質を持つゴムや、天然ゴムと全く同じ分子を持つゴムも作られています。

人間と合成高分子化合物とのつきあいが始まったのは、ほんの100年ぐらい前からです。とくに石油化学が発達した、ここ20〜30年ぐらい前から本格的なプラスチックの時代になりました。

現在、私たちのまわりには、たいへんたくさんの種類の合成高分子化合物があふれていますが、これらの正体を知ることによって、よりよい使い方ができると思います。

〔ほうのき ひではる 化学担当主事〕

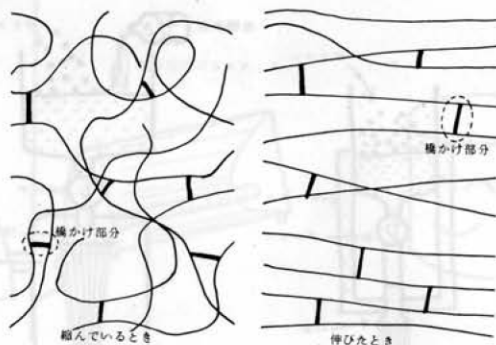


図-7 ゴムの分子

＜参考にした図書＞

吉弘芳郎著「高分子化合物の見方・考え方」 (オーム社)
 野口達弥著「高分子の化学」 講談社
 安田 武著「化学繊維」 ブルーバックス

＜プラネタリウムのおしらせ＞

3月11日より「春の星空と惑星への旅」
 という内容で始めます。

前半では、春の星空を投映し、後半では、惑星探査機ボエジャーから送られてきた資料をふんだんに使って、新しい惑星像を紹介し
 ます。

